

SEAPOP Vitenskapsplan

2025-2029

1| Bakgrunn

Sjøfugler er en økologisk gruppe med fugler som har sterk tilknytning til havet. I alt lever 54 sjøfuglarter i Norge (inkl. Svalbard og Jan Mayen), og 32 av dem er oppført på den norske rødlista fra 2021 (24 som kritisk truet, sterkt truet eller sårbare). For ti år siden hekket mer enn 3 millioner par sjøfugl på Svalbard og Jan Mayen, og ca. 2 millioner par langs kysten av fastlandet. Disse bestandene utgjør 20–25 prosent av all sjøfugl som hekker i Europa og den negative utviklingen fortsetter. Norge har derfor et meget betydelig forvaltningsansvar for sjøfugl.

For å kunne forvalte sjøfuglene på en god måte trenger vi kunnskap både om hvor mange de er, hvor de holder til, og hva som styrer bestandenes utvikling. Dette er de overordnede målene til sjøfuglprogrammet SEAPOP (SEAbird POPulations), et helhetlig og langsiktig overvåkings-, kartleggings og forskningsprogram for norske sjøfugler. SEAPOP ble startet i 2005 og dekket da området fra Lofoten og nordover. Fra 2008 ble SEAPOP utvidet til hele norskekysten og Svalbard. Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Norsk Polarinstitut (NP) står for gjennomføringen av arbeidet og koordinerer innsatsen i en egen faggruppe.

SEAPOP sine hovedmål er å:

- Kartlegge utbredelsen, vandringer og habitatbruken til sjøfuglbestandene i Norge over tid.
- Undersøke sjøfuglenes roller i marine økosystemer og forklare endringene i deres bestander.
- Videreutvikle bruken av sjøfugl som relevante indikatorer for havmiljøet og tilrettelegge data og kunnskap for ulike samfunnsaktører.
- Utarbeide prognoser for fremtidig utvikling av sjøfuglbestandene.

For å oppnå disse målene tar SEAPOP i bruk internasjonalt anerkjente metoder på en kostnadseffektiv måte, blant annet ved å fokusere på et utvalg av arter (nøkkelarter) som reflekterer sjøfuglenes viktigste økologiske nisjer. Arbeidet foregår på geografisk representative lokaliteter (nøkkellokaliteter) spredt langs alle norske kyster, inkl. Svalbard og Jan Mayen. Her overvåkes årlig utvalgte bestanders antallsutvikling, hekkesuksess, diett og overlevelse, og fuglenes vandringer og habitatbruk kartlegges ved hjelp av dataloggere og undersøkelser til havs. De lange dataseriene for disse nøkkelbestandene gjør det mulig å forklare endringene i norske sjøfuglsamfunn ved å studere i hvilken grad disse tidsseriene samvarierer med parallelle data for sentrale miljøparametere i fuglenes leveområder. Slike økologiske analyser er helt nødvendige for å kunne skille mellom og kvantifisere effektene av naturgitte og menneskeskapt påvirkninger.

2| Målsettinger i vitenskapsplanen

SEAPOP-programmet fremskaffer, vedlikeholder, og tilgjengeliggjør grunnleggende kunnskap om sjøfugl for å bidra til en bedre forvaltning av de marine miljøene langs norskekysten og på Svalbard. Det overordnede målet i SEAPOP er å gi miljøforvaltere og andre offentlige og private aktører nødvendig kunnskap for beslutninger som angår forvaltningen av sjøfuglpopulasjoner og

marine økosystemer generelt. I tillegg til å fremskaffe kunnskap om sjøfuglenes tilstand i Norge, bør forskningsaktiviteter i SEAPOPOP bidra til å forklare betydningen av nåværende og mulige fremtidige trusler mot sjøfuglbestandene. Sjøfugl er i økende grad truet av presset som direkte eller indirekte forårsaker menneskelige aktiviteter, både på land og til sjøs, inkludert klimaendringer, fiskerier og bifangst, samt utbygging av det marine miljøet gjennom for eksempel etablering av vindkraftanlegg til havs. Disse truslene kan resultere i endringer i sjøfuglers matressurser, habitatbruk og trekkadferd, som er avgjørende for sjøfuglenes populasjonsdynamikk og langsiktige levedyktighet. Langsiktige overvåkingsdata er helt nødvendig for å kunne avdekke truslene mot bestander og samfunn, samt å gi et utgangspunkt for å evaluere effektene av miljøendringer. Suksessen til et slikt program avhenger av godt definerte mål og relevante forskningsspørsmål, slik at det blir lettere å strukturere og prioritere forskningsaktivitetene og tilrettelegge og justere overvåkingsinnsatsen etter hvert som nye utfordringer oppstår.

Det er en stor oppgave å identifisere de viktigste årsakene til den sterke tilbakegangen i norske sjøfuglpopulasjoner og måle konsekvensene av tidligere og pågående miljøendringer (inkludert menneskelige aktiviteter). Dette er likevel avgjørende kunnskap for å kunne beregne bestandenes videre utvikling i lys av ulike scenarioer, slik en økosystembasert forvaltning vil være helt avhengig av. Å fremskaffe beslutningsrelevante svar i tide og på en kostnadseffektiv måte, krever en klar vitenskapelig strategi som identifiserer kunnskapshullene og sikrer en best mulig utnyttelse av SEAPOPs overvåkings- og kartleggingsdata (se Fig. 1). Denne vitenskapsplanen skal være et veikart for forskningsinnsatsen i programmet de neste fem årene (2025-2029). Planen vil bli justert hvert femte år, og den skal sikre at de vitenskapelige aktivitetene er effektive og i tråd med SEAPOPs overordnede mål og de viktigste kunnskapshullene som til enhver tid er eller blir identifisert. Vitenskapsplanen vil også reflektere den «adaptive» naturen til SEAPOPs overvåkingsaktiviteter ved å inkludere nye stressfaktorer (f.eks. fugleinfluenza og utbygging av havvindanlegg) og nye metoder for både datainnsamling og analyser etter hvert som dette blir formålstjenlig. Å ha klare forskningsmål fremmer bedre overvåking, mer relevant dataanalyse og dermed bedre kunnskap for interessenter (både offentlige og private aktører på lokalt, regionalt, nasjonalt og internasjonalt nivå), som i sin tur øker mulighetene for en mer helhetlig forvaltning av sjøfugl og deres livsmiljø.

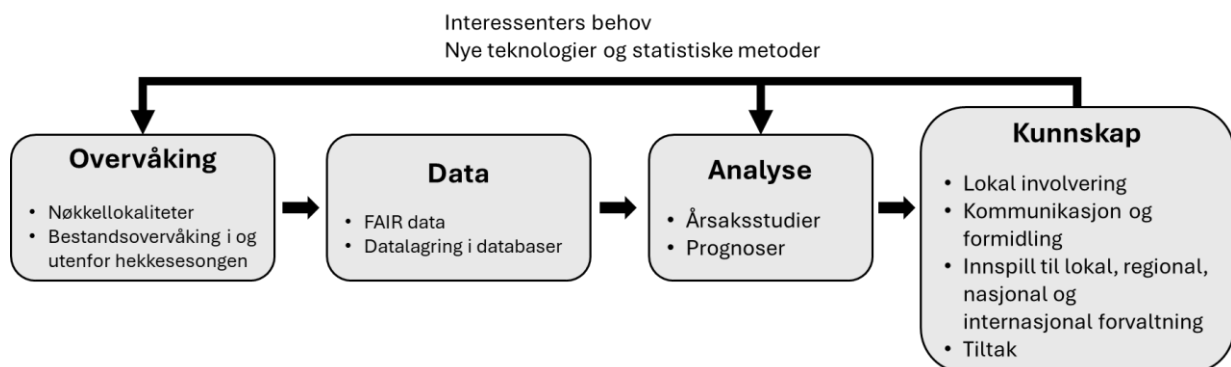


Fig. 1 En skisse av arbeidsprosessene i SEAPOPOP, hvor overvåking er programmets basale virksomhet. Denne produserer data som skal være tilgjengelige for alle brukere etter FAIR-prinsippene (‘Findable’, ‘Accessible’, ‘Interoperable’, ‘Reusable’) for håndtering av data. Dataene er sentral input i relevante årsaksstudier og utarbeidelse av prognoser, forankret i forskningsmålene beskrevet i vitenskapsplanen (6| Forskningsspørsmål og 7| Forskningsprioriteringer). Kunnskap fra disse studiene gir grunnlag for innspill og forslag til effektive forvaltningstiltak til relevante organer. I tillegg skal kunnskapen brukes til å gjøre overvåkingen og forskningen mer effektiv.

3| Samarbeid nasjonalt og internasjonalt

SEAPOPs vitenskapsplan vil være viktig for å oppfylle mål satt i nasjonale og internasjonale handlings- og forvaltningsplaner for sjøfugl. God måloppnåelse forutsetter samarbeid på tvers av institutt og forvaltningsetater både nasjonalt og internasjonalt. Regjeringen la våren 2025 frem «Nasjonal handlingsplan for å bedre situasjonen for sjøfuglbestandene 2025–2035». Hovedmålet med planen er å redusere de negative påvirkningene på sjøfugl innen 2035. Andre planer er utarbeidet av internasjonale grupper. CAFF (arbeidsgruppen for bevaring av arktisk flora og fauna under Arktisk råd) har en egen sjøfuglgruppe (CBird) som arbeider med forvaltning og forskning på sjøfugl i Arktis (<https://www.caff.is/work/projects/cbird/>). CBird har utarbeidet handlingsplaner for utvalgte arter (lomvi, polarlomvi, ærfugl, ismåke og krykkje). OSPAR (Oslo-Paris-konvensjonen om vern av det marine miljø i Nordøst-Atlanteren; <https://www.ospar.org/>) har nylig publisert en regional handlingsplan for sjøfugl i det nordøstlige Atlanterhavet for perioden 2024–2030. Denne handlingsplanen (RAP-Bird) identifiserer de viktigste beskyttelses- og bevaringstiltakene som skal gjennomføres på regionalt nivå for å sikre gjenoppretting av sjøfugl i det nordøstlige Atlanterhavet. SEAPOPs vitenskapsplan vil ha som mål å fremskaffe nødvendig kunnskap om relevansen til og effekten av de ulike tiltakene som blir foreslått i disse nasjonale og internasjonale handlingsplanene.

4| Økosystembasert forvaltning

Økosystembasert forvaltning innebærer at sjøfugl forvaltes som en integrert del av det marine økosystemet. Økosystembaserte forvaltningstiltak, som også vil være viktige for bevaring av sjøfugl, inkluderer blant annet etablering av marine verneområder («*Marine Protected Areas*», MPAs), tiltak for restaurering og beskyttelse av habitater gjennom aktiv arealforvaltning, bærekraftig fiskeriforvaltning og tiltak mot ulike typer forurensing og forstyrrelser. Sjøfugl viser seg stadig oftere å være gode tilstandsindikatorer for marine økosystemer, og kunnskap om hva som styrer utviklingen til sjøfugl vil være et viktig bidrag til utvikling av en mer økosystembasert forvaltning.

Indikatorer på økosystemtilstand: Sjøfugler kan være kostnadseffektive indikatorer på helsetilstanden til marine økosystemer. Endringer i demografiske rater, bestandsstørrelser, diett og utbredelse reflekterer gjerne tilgjengeligheten av byttedyr. Overvåking av sjøfugl bidrar derfor til å vurdere tilstanden til marine økosystemer og identifisere potensielle problemer så tidlig som mulig.

Marin arealplanlegging: Kunnskap om sjøfuglenes atferd, status og utbredelse i tid og rom kan bidra til bevaring av biologisk mangfold ved å identifisere viktige hekke- og beiteområder. Forståelsen av sjøfuglenes fordeling bidrar også til å identifisere områder med høy biologisk produksjon og/eller særlig verdifulle og sårbare områder (SVO eller EBSA områder).

Dynamikk i næringsnett: Sjøfugl har en høy posisjon i næringskjeden og har ofte interaksjoner med mange andre arter i marine og terrestriske økosystemer. Hvordan sjøfugl påvirker og blir påvirket av byttedyrbestandene er særlig viktige problemstillinger for økosystembasert fiskeriforvaltning.

Respons på miljøendringer: Sjøfuglenes livshistorie og høye stedtrohet gjør dem ekstra følsomme for miljøendringer, ikke minst som følge av klimaendringer. I tillegg til å være viktige økosystemkomponenter er de også blant våre mest synlige havdyr. Å studere sjøfugl er derfor et både nyttig og kostnadseffektivt element i arbeidet med å overvåke tilstanden i marine økosystemer. Forskning på deres hekkfenologi, trekk mønstre og populasjonsdynamikk kan blant

annet bidra til å forutsi fremtidige endringer i marine økosystemer og være nyttige i utviklingen av mer helhetlige og adaptive strategier for marin miljøforvaltning.

Vurderinger av menneskets aktiviteter: En rekke av våre aktiviteter kan ha negative konsekvenser for sjøfugl, f.eks. som følge av endringer i fiskebestandene, bifangst, forurensning og habitatødeleggelse. Å kvantifisere sårbarhet til utsatte sjøfuglbestander i forhold til planlagte og pågående aktiviteter vil også kunne bidra til å identifisere forvaltningstiltak som kan redusere negative effekter, for eksempel tiltak for reduksjon av bifangst i fiskerier eller endret plassering av vindkraftanlegg.

Involvering av interessenter og samfunnsengasjement: Å kommunisere godt med lokalsamfunn, ulike interessegrupper og beslutningstakere kan fremme samarbeid om forvaltning av marine ressurser. Økt bevissthet om verdien og viktigheten av å ta vare på sjøfugl og deres miljø er viktig for å fremme bærekraftige tiltak som gagnar både artene og økosystemet. For eksempel kan god tilrettelegging av kunstige hekkeplasser for krykkjer og andre sjøfugl i menneskets nærmiljø bidra til å redusere konflikter mellom mennesker og dyreliv og fremme sameksistens.

Modellering og prediktive verktøy: Overvåkingsdata kan innarbeides i økologiske modeller for å forutsi konsekvensene av ulike scenarier for fremtidig utvikling i naturgitte og menneskeskapte forhold. Disse modellene kan hjelpe beslutningstakere med å evaluere avveininger og ta informerte valg om forvaltning av marine ressurser.

5| Hovedaktiviteter i SEAPOP

Hovedaktivitetene i SEAPOP er knyttet til hekkesesongen. Arbeidet består av overvåking av bestandsstørrelse, reproduksjon, diett og/eller voksenoverlevelse for de utvalgte nøkkelartene på 17 nøkkellokaliteter. Ytterligere sentrale aktiviteter inkluderer sporing av viktige funksjonsområder til flere av artene (via ulike sporingsteknologier, inkludert GPS-loggere) med særlig fokus på å identifisere bestandenes beiteområder. Overvåkingen utføres på følgende arter:

- Alkekonge (*Alle alle*, LC)
- Alke (*Alca torda*, VU-fastlandet, EN-Svalbard)
- Gråmåke (*Larus argentatus*, VU)
- Havhest (*Fulmarus glacialis*, EN-fastlandet, LC-Svalbard)
- Havsule (*Morus bassanus*, LC)
- Ismåke (*Pagophila eburnea*, VU)
- Krykkje (*Rissa tridactyla*, EN-fastlandet, NT-Svalbard)
- Lomvi (*Uria aalge*, CR-fastlandet, NT-Svalbard)
- Lunde (*Fratercula arctica*, EN-fastlandet, LC-Svalbard)
- Polarlomvi (*Uria lomvia*, CR-fastlandet, VU-Svalbard)
- Polarmåke (*Larus hyperboreus*, VU)
- Sildemåke (*Larus fuscus*, LC)
- Storjo (*Stercorarius skua*, LC).
- Storskarv (*Phalacrocorax carbo*, NT)
- Svartbak (*Larus marinus*, LC-fastlandet, NT-Svalbard)
- Teist (*Cephus grylle*, NT-fastlandet, LC-Svalbard)
- Toppskarv (*Gulosus aristotelis*, LC)
- Ærfugl (*Somateria mollissima*, VU-fastlandet, LC-Svalbard)

Bokstavene etter de latinske navn beskriver norsk rødlistestatus til hver art på Svalbard og/eller fastlandet. CR = Kritisk truet, EN = Sterkt truet, VU = Sårbar, NT = Nær truet og LC = Livskraftig (Artsdatabanken, 2021).

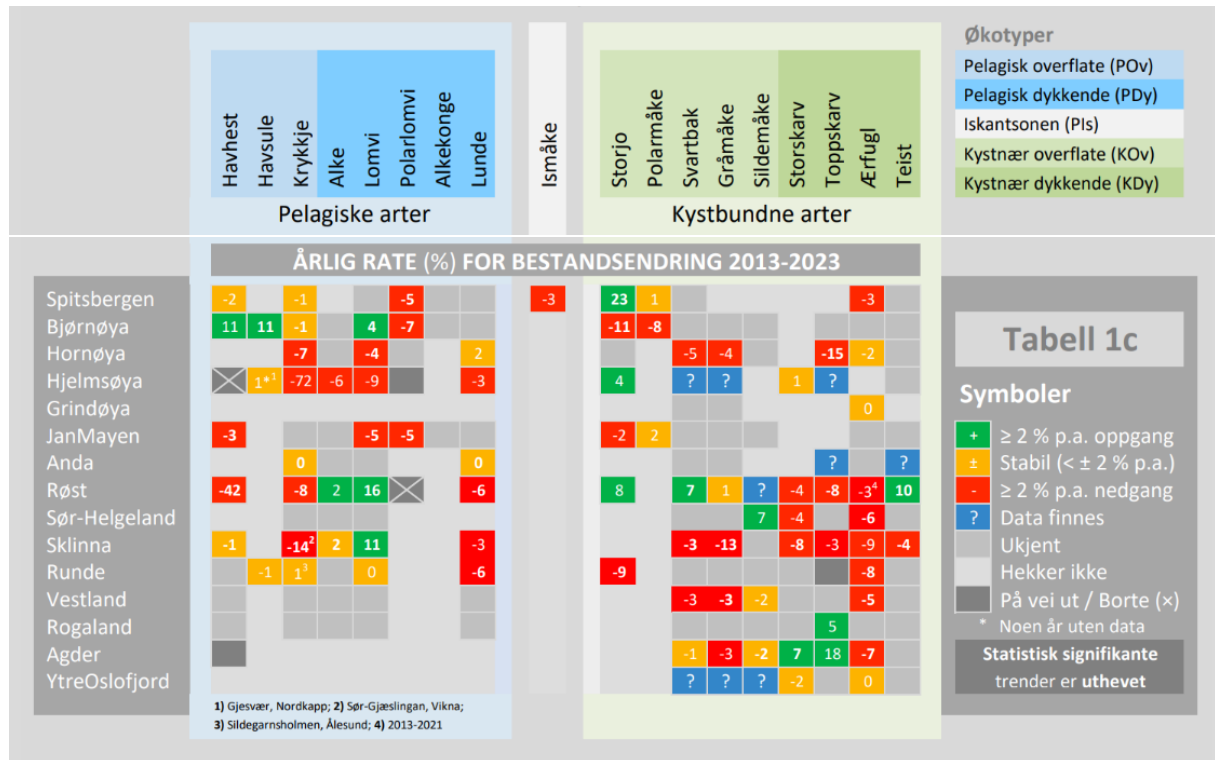


Fig. 2 Gjennomsnittlig bestandstrend de siste ti årene (2013-2023) for artene overvåket i SEAPOP.

I SEAPOP kartlegges sjøfuglenes utbredelse og bestandsstørrelser i hekketiden. Kartleggingen skal dekke hele kysten av Norge med Svalbard og Jan Mayen i en tiårssyklus. Den andre kartleggingssyklusen startet i 2023 i Sør-Norge.

Den viktigste leveransen fra SEAPOP er å rapportere status for sjøfugl i Norge basert på dataene fra den årlige overvåkingen. I tråd med FAIR-prinsippene for håndtering av data må dataene være 'Findable' (mulige å finne), 'Accessible' (tilgjengelige), 'Interoperable' (mulige å bruke sammen med andre data, f.eks. ved at de er standardiserte og det finnes protokoller), og 'Reusable' (mulige å gjenbruke). SEAPOP utvikler nettbaserte verktøy for å gjøre alle data programmet samler inn om sjøfugl tilgjengelige for alle brukere, som f.eks. sentrale forvaltningsorganer.



Fig. 3 Kart over nøkkellokaliteter. Symbolfargene viser hvordan lokalitetene representerer ulike havområder: nordlige Barentshavet (mørkeblå), sørlige Barentshavet (lyseblå), Grønlandshavet (fiolett), Norskehavet (grønne), Nordsjøen (oransje) og Skagerrak (røde). Farge er splittet for nøkkellokaliteter som dekker to havområder. Store sirkler markerer hovedlokaliteter, mens små er tilhørende underlokaliteter. Trekkanter angir lokaliteter der kun en art overvåkes.

6| Forskningsspørsmål

Gjennom SEAPOPs overvåkingsdata og årsaksstudier har vi fremskaffet kunnskap om sjøfugl som gir et grunnlag for å identifisere og prioritere viktige forskningsaktiviteter. Denne innsikten gjør det mulig å utvikle forskningsspørsmål på en dynamisk måte, i samsvar med et stadig skiftende miljø og sjøfuglsamfunn. Sjøfugl er en av de mest truede artsgruppene. De lever lenge, har lav reproduksjonsevne og venter flere år før de begynner å hekke. Sjøfugl er i varierende grad migrerende og bruker flere habitater i løpet av året. Studier viser at migrerende arter er mer sårbare for trusler som klimaendringer enn ikke-migrerende arter. Nedgang i hekkebestandene for et stort flertall av artene de siste tiårene indikerer at forholdene har forverret seg for norske sjøfugler. De negative trendene skyldes endringer i demografiske rater som hekkesuksess, overlevelse og immigrasjon, eller en kombinasjon av disse faktorene. Disse demografiske endringene er igjen forårsaket av endringer i habitatene som sjøfuglene benytter.

Basert på denne kunnskapen kan SEAPOPs vitenskapelige aktiviteter organiseres rundt tre hovedtemaer: 1) demografi og populasjonsdynamikk, 2) næringsøkologi og habitatbruk, og 3) metodeutvikling. For hvert av disse temaene skal forskning og overvåking gjennomføres ved bruk av ulike verktøy og tilnærminger, samt avanserte statistiske analyser. Målet er å evaluere de viktigste truslene mot sjøfugl gjennom deres responser (endringer i migrasjon og diett, atferd knyttet til næringsøk, demografiske rater og fenologi) og den resulterende effekten på populasjonsdynamikk og langsiktige trender.

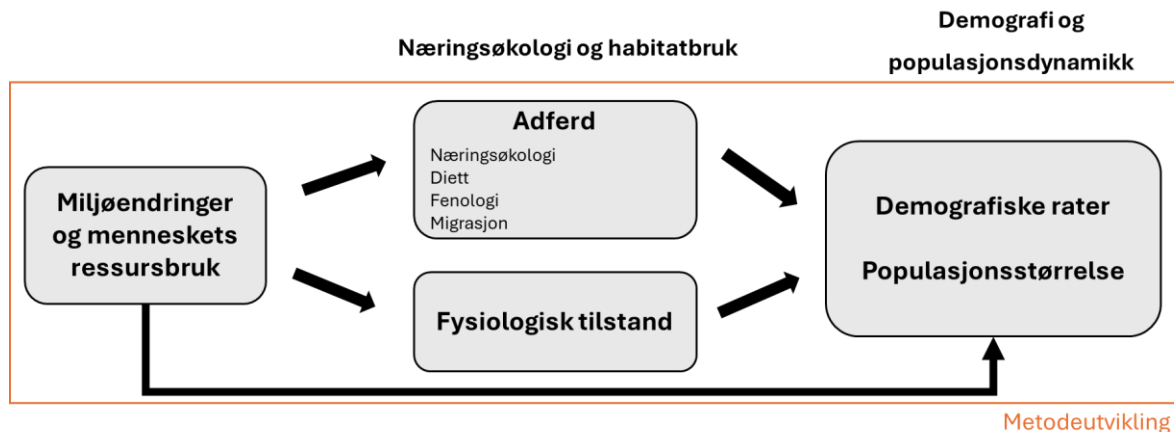


Fig. 4 Strukturen til SEAPOP-forskningsaktivitetene, organisert rundt tre hovedtemaer: Demografi og populasjonsdynamikk, Næringsøkologi og habitatbruk, og Metodeutvikling.

Demografi og populasjonsdynamikk

Under dette temaet er målsettingen å avdekke årsakene til sjøfuglers bestandsendringer ved å identifisere hvilke demografiske trekk og miljøfaktorer som styrer trendene til de ulike artene og bestandene av sjøfugl. Det er viktig å kunne skille betydningen av storskala endringer (for eks. havoppvarming) fra lokale og regionale påvirkninger, som f.eks. fiskerier, oljeforurensninger, skips- og turisttrafikk, arealbeslag, ulike forurensninger eller miljøgifter. Slik kunnskap er nødvendig for en effektiv forvaltning og for å legge til rette for mer detaljerte studier av de underliggende mekanismene som forklarer årsakene til bestandstrender.

De sentrale miljødriverne under dette forskningstemaet inkluderer klimaendringer (med særlig fokus på havoppvarming, redusert sjøis og ekstreme værhendelser), menneskets aktiviteter (som konkurranse med fiskerier, bifangst, forstyrrelser, kollisjonsrisiko med havvindturbiner, skipstrafikk og turisme), predasjon, miljøgifter og sykdommer.

Forskningsaktiviteter i SEAPOP skal avdekke mulige effekter av disse stressfaktorene på hekkesuksess, overlevelse og bestandsstørrelse. Demografiske modeller vil brukes til å gi prognoser for fremtidige sjøfuglbestander under flere scenarioer av miljøendringer, f.eks. klimaendringer basert på IPCCs scenarioer. Disse aktivitetene skal være basert på korrelative tilnærminger kombinert med bestandsmodeller, og de skal fortrinnsvis baseres på de meste relevante og oppdaterte modellverktøyer innenfor statistisk og demografisk modellering (f.eks. integrerte bestandsmodeller, IPM).

Næringsøkologi og habitatbruk

Det andre temaet under SEAPOPs forskningsaktiviteter omhandler sjøfuglers utbredelse til havs og beiteadferd. Siden sjøfugler tilbringer mesteparten av tiden til sjøs, er det avgjørende å forstå deres fordeling, beiteområder og diett knyttet til det marine økosystemet. Slik informasjon er også essensiell for å kunne vurdere hvordan miljøendringer påvirker bestandene gjennom overlevelse og hekkesuksess. Kunnskap om hvordan sjøfuglene bruker marine habitater er helt avgjørende for å avdekke hva som regulerer artenes forekomst i tid og rom. Innsikt i prosessene som styrer sjøfuglenes habitatvalg er altså ikke bare nødvendig for å forstå deres utbredelse, men gjør det også mulig å forutsi hvor fuglene vil oppholde seg til ulike tider gjennom året.

Aktiviteter under dette temaet er basert på sporingsdata om fuglenes bevegelser og dykkeaktivitet i hekkesesongen og synoptiske tokt til havs hvor man måler tetthet av sjøfugl og byttedyr langs transekter. Sporingsdata for fuglenes vandringer og habitatbruk til andre årstider (og hvordan dette påvirker bestandstrendene), er primært et fokusområde for SEATRACK-prosjektet og finnes nærmere beskrevet i SEATRACKs egen vitenskapsplan.

Sporings- og dykkdata for sjøfugl i hekkesesongen er ofte basert på GPS- og TDR («*Time-Depth Recorder*»)-loggere. Innsamling av disse dataene gjør det mulig å kartlegge sjøfuglers habitatbruk og bevegelser med svært høy oppløsning og identifisere deres viktigste næringsøkshabitater i forskjellige perioder, f.eks. i ruge- eller ungeperioden. Forskningsaktiviteter under dette temaet skal ha fokus på mulige effekter av klimaendringer og menneskets aktiviteter på fuglenes habitatbruk og beiteadferd. Ideelt sett skal de gi en mekanistisk forståelse av hvordan disse faktorene påvirker sjøfuglbestandene. Det er forventet at endringer i klima og menneskets økende bruk av det marine miljø, vil påvirke sjøfugl gjennom en effekt på deres energibalanse, som en direkte konsekvens av endringer i fuglenes energiforbruk og/eller inntak av byttedyr. Sjøfuglenes næringsøk (og diett) er derfor den primære koblingen mellom det skiftende marine miljøet og endringer i deres populasjoner.

Metodeutvikling

Utvikling av nye metoder er viktig for å sikre at datainnsamlingen er effektiv og at resultatene fra årsaksstudiene er av tilstrekkelig god kvalitet. Dette forskningstemaet involverer både en vurdering av metoder som allerede er i bruk i SEAPOP, nye teknologier som kan minimere forstyrrelser eller på annen måte forbedre og effektivisere datainnsamlingen, samt nye statistiske verktøy som kan optimalisere modellering og analyser av alle eksisterende data. Vi har et spesielt fokus på fremvoksende teknologier, f.eks. bruk av automatiske kameraer, droner og nye mindre loggere, som i kombinasjon med rask utvikling av maskin- eller dyplæringsmetoder stadig øker vår praktiske og analytiske evne til å besvare sentrale forsknings spørsmål.

7| Forskningsprioriteringer 2025-2029

Demografi og populasjonsdynamikk

1. *Hva er de lokale og regionale trendene i sjøfuglpopulasjoner?*

- *Er det noen romlige mønstre i trendene for sjøfuglpopulasjoner?*
- *Er disse trendene knyttet til sjøfuglenes livshistorie og økologiske nisje (f.eks. strategier for næringsøk eller migrasjon)?*

Å vurdere populasjonstrender på forskjellige romlige skalaer er nødvendig for å definere sjøfuglenes status og hvilke økologiske grupper og geografiske områder som er spesielt utsatte. For eksempel har pelagiske sjøfugler i Norskehavet vært av spesiell bekymring nasjonalt, og nær to tredjedeler av artene er nå oppført på Norsk rødliste (Artsdatabanken 2021). En hovedleveranse fra SEAPOP er å vurdere den overordnede statusen til sjøfugler som hekker i Norge. Forskningsspørsmålet bidrar inn i dette arbeidet ved å besvare hvilke regionale trender vi kan identifisere, hvordan (og hvorfor?) trendene er forskjellige mellom økologiske grupper av sjøfugler, og hvordan de varierer i forhold til for eksempel ulike livshistorier eller trekkstrategier.

2. *Hva er de demografiske driverne bak populasjonstrender?*

- *Er det trender i hekkesuksess og voksenfuglenes overlevelse, og varierer disse parameterne romlig og/eller med sjøfuglenes livshistorie og økologiske nisjer?*
- *Hvordan påvirkes populasjonstrendene av endringer i tidspunktet for viktige livshendelser (f.eks. ankomst til hekkeområdet, start av egglegging)?*
- *Hvor viktige er endringer i adferd (f.eks. spredning) og overlevelse hos ungfugler for utviklingen i populasjonstrender?*

Bestandstrender påvirkes av forholdet mellom ulike demografiske rater, som f.eks. hvor stor andel voksne som overlever og andel unger som produseres og rekrutteres inn i hekkebestandene. Et viktig steg er derfor å forbedre kunnskap om hvilke demografiske rater som driver endringene i bestandene. Aktiviteter under dette temaet dreier seg om å avdekke hvordan ulike livshistorietrekk (f.eks. fenologi) og demografiske rater har endret seg over tid, og hvordan dette påvirker bestandenes utvikling og levedyktighet. Slike analyser er et av flere verktøy for å identifisere sårbare sjøfuglbestander og hvor det er størst behov for å iverksette årsaksstudier.

3. *Hvilke miljødrivere påvirker sjøfuglenes demografiske rater og hva er den relative betydningen av disse driverne?*

- *Hva er klimaendringenes rolle (med fokus på havoppvarming og vannmasseendringer, tap av havis og ekstreme hendelser) som drivere av endringer i sjøfuglenes demografiske rater og populasjonstrender?*
- *På hvilken måte påvirker menneskelig aktivitet sjøfuglenes overlevelse og reproduksjon? For eksempel, hvordan fiskeri bidrar til endringer i bestandsstørrelse hos fisk med påfølgende konsekvenser for fuglebestandene, og hvordan eventuelle klimatilpasninger i fiskeri (for eksempel bygge robuste bestander, øke alders- og størrelsesdiversitet i bestandene) kan gi gevinst for sjøfugl?*
- *Hva er predatorernes rolle for sjøfuglbestandenes utvikling?*
- *Hva betyr sykdom og parasittisme for sjøfuglenes tilstand?*

Å relatere miljøforhold til endringer i sjøfuglenes overlevelse og reproduksjon er sentralt for å forstå bestandenes sårbarhet for klimaendringer. Miljøendringer som påvirker sjøfuglers hekkesuksess, kan ha ulike årsaker både i hekkeområdet på land og i de tilstøtende beiteområdene til sjøs. Eksempler på det siste er klimastyrte endringer i næringstilgang eller konsekvenser av menneskeskapt inngrep og aktiviteter som f.eks. fiskeri, som kan redusere tilgangen på byttedyr. Faktorer som påvirker overlevelsen kan være mange og forskjellige, og dødeligheten er som regel høyest om vinteren.

Både til havs og på land utsettes sjøfugler for en rekke menneskeskapt trusler. Dette skjer direkte eller indirekte, gjennom hele året og i alle deres leveområder. Omfanget av påvirkninger er mangfoldig og varierer i tid og rom. I norske havområder er det i dag særlig fokus på effekter av klimaendringer, fiskeri og havbruk, skipsfart, petroleumsindustri og marine vindkraftverk, samt forstyrrelser fra turisme og andre typer ferdsel som påvirker de marine økosystemene. For å møte det store behovet for fornybar energi, legger Regjeringen nå til rette for omfattende satsing på havvind som energikilde. Vindkraftanlegg til havs utgjør en påvirkningsfaktor som er i rask utvikling og som vil få ekstra oppmerksomhet i planperioden. Storskala utbygging av vindturbiner offshore har betydelig potensial til å påvirke sjøfugl, og kommer i tillegg til et vidt spekter av eksisterende påvirkningsfaktorer for bestandene.

4. Hva er de forventede utviklingstrekkene for sjøfuglpopulasjoner?

- *Hva er konsekvensene av fysiske endringer i havmiljøet basert på IPCCs utslippsscenarioer?*
- *Hva er konsekvensene av økt hyppighet og varighet av ekstreme hendelser (med fokus på hetebølger og stormer)?*
- *Hva er konsekvensene av akutte hendelser knyttet til menneskets maritime aktiviteter, f.eks. oljesøl?*
- *Hva er konsekvensene av planlagt fremtidig utvikling av menneskets maritime aktiviteter og anlegg, f.eks. offshore vindparker?*

Dokumenterte effekter av klimaendringer og ulike påvirkningsfaktorer som følge av menneskets aktiviteter, er et sentralt innspill til utarbeidelse av bestandsprognoser der modellene koples opp mot de mest realistiske projeksjonene for de ulike faktorene. Utvalget av arter og lokaliteter som overvåkes i SEAPOP gjør oss i stand til å gi prediksjoner på forskjellige romlige skalaer og for ulike sjøfuglgrupper. Slike projeksjoner har særlig høy verdi gitt planlagte marine infrastrukturprosjekter, som f.eks. den planlagte utviklingen av vindkraftanlegg til havs.

Næringsøkologi og habitatbruk

1. *Hvilke kjernehabitater bruker sjøfugler i løpet av de forskjellige fasene av hekkeperioden?*
 - *Hva er de viktigste områdene som brukes av sjøfugler i ruge- og ungeperioden?*
 - *Hvordan man best kan predikere utbredelsen av sjøfugl i hekkesesongen og dermed informere i forhold til identifisering av særlig viktige områder der utbygging bør unngås?*
 - *Hva er konsekvensene av et varmere hav for sjøfuglenes bruk av habitater?*
 - *Hvor er det særlig mye overlapp mellom områder som brukes av sjøfugler og områder som er sterkt påvirket av menneskelig aktivitet?*
 - *Hva er konsekvensene av menneskelig aktivitet på sjøfuglenes habitatbruk?*

Kunnskapsbehovet om hvordan sjøfugl fordeler seg i kystnære områder og hvordan de påvirkes av naturlige og menneskeskapt prosesser er stort. Dette er informasjon som bl.a. er etterspurt i forbindelse med kystsonoplanlegging, forvaltningsplanarbeidet, oppfølging av nasjonal handlingsplan for sjøfugl og natur (Naturavtalen) og oppfølging av internasjonale planer Norge har sluttet seg til. For eksempel utvikling av havvindindustrien er identifisert som et viktig bidrag til den ønskede veksten i norsk fornybar energiproduksjon før 2030. For å oppnå en strategisk vurdering, er det nødvendig med detaljert kunnskap om den romlige fordelingen og de potensielle konsekvensene av havvinnanlegg for alle sjøfuglpopulasjoner som finnes i vurderingsområdet.

2. *Hvilke byttedyrtyper er viktige for de overvåkede sjøfuglartene/populasjonene i hekkeperioden, og hvordan har diett endret seg over tid i forhold til miljøforandringer?*

- *Hva er de viktigste byttedyrene for voksne og unger i hekkeperioden?*
- *Hva er forholdet mellom sjøfuglenes diett og de miljømessige forholdene i habitatene deres (f.eks. havtemperatur)?*

Å identifisere hovedbyttedyr til sjøfugler på ulike tider av året er et grunnleggende, og sentralt mål i sjøfuglovervåking. Dietten utgjør den viktigste forbindelsen mellom miljøet og sjøfuglenes adferd, overlevelse og reproduksjon, og det er nødvendig å vurdere sjøfuglenes diett for å forstå hvordan miljøendringer kan påvirke sjøfuglbestandene.

3. *Hvordan påvirker endringer i tetthet og fordeling av byttedyr sjøfuglenes næringssøk og habitatbruk?*

- *Hvordan er mønster i habitatbruk, næringssøk og dykkeatferd relatert til diett?*
- *Hvordan er mønster i habitatbruk, næringssøk og dykkeatferd relatert til fordeling og tetthet av byttedyr?*
- *I hvilken grad er næringssøk påvirket av intra- og interspesifikk konkurranse og fasilitering?*

Mattilgang er en av de viktigste driverne for bestandsdynamikk hos sjøfugl. Det er derfor helt sentralt å forstå hvordan sjøfugl responderer på endringer i fordeling og tetthet av ulike typer byttedyr. Detaljerte studier av næringssøk kan undersøkes gjennom diett (hva fuglene spiser) og detaljert logging av fuglenes bevegelsesmønster og dykkeatferd under næringssøk. Synoptiske tokter til havs, hvor man teller sjøfugl og byttedyr langs transekter, gir informasjon om hvordan sjøfugl responderer på fordeling og mengde av byttedyr. Sjøfugl er ofte avhengige av hverandre for å finne næring og/eller gjøre næringen tilgjengelig (fasilitering) samtidig vil sjøfugl ofte konkurrere om mat, særlig rundt de store sjøfuglkoloniene. Fasilitering og konkurranse er viktige bestandsregulerende faktorer som bør undersøkes.

4. *Hva er konsekvensene av endringer i sjøfuglenes næringssøkende atferd (inkl. diett) for sjøfuglenes demografi?*

Å dokumentere dietten til sjøfugler, og hvordan denne varierer over tid, er essensielt for å forstå forholdet mellom miljøendringer og sjøfuglpopulasjoner. En forståelse av mekanismene som knytter sammen fysisk miljø, tilgjengeligheten av bytte (fisk og plankton) og sjøfuglenes atferd og demografi, er helt nødvendig for å kunne gjøre beslutningsrelevante prediksjoner om videre utvikling til sjøfuglpopulasjonene og identifisere hva som kan gjøres for å forebygge eller begrense negative forhold.

Metodeutvikling

Nye verktøy eller metoder som kan bidra til SEAPOPs overvåkings- eller forskningsaktiviteter utvikles jevnlig. SEAPOP vil ta sikte på å benytte disse nye verktøyene dersom de har potensial til å forbedre datakvaliteten og/eller redusere forstyrrelsen av fuglene. Avsnittene nedenfor presenterer et utvalg av nye verktøy eller metoder som SEAPOP vil fokusere på i løpet av de neste årene. Dette er ikke en uttømmende liste, og flere verktøy kan inkluderes i spesifikke overvåkings- eller forskningsaktiviteter avhengig av deres utvikling og potensielle anvendelse.

1. *Hvordan kan nye metoder for datainnsamling utnyttes av overvåkningsprogrammet for å støtte datainnsamling?*

- *Hvordan, og i hvilken grad, kan koloniovervåking med droner forbedres med kunstig intelligens?*
- *Kan undervannsdroner eller autonome overflatefarkoster brukes til å overvåke sjøfuglbestander og/eller sjøfugl næringssøk på havet?*
- *Kan nye teknologier basert på kunstig intelligens og/eller miljø-DNA brukes til å vurdere og overvåke sjøfuglenes diett?*

Tradisjonell sjøfuglovervåking er i stor grad basert på direkte visuelle observasjoner (bestandsstørrelse, hekkesuksess, diett) og ringmerking (overlevelse, spredning), og avhenger ofte av intensivt felt- eller lab-arbeid. Det er viktig å påpeke at potensielle skjevheter og presisjon/nøyaktighet i disse metodene ofte er dårlig kjent, og at noen arter er svært utfordrende å overvåke, for eksempel på grunn av vanskelig tilgang til deres viktigste hekkehabitater. Nylige teknologiske fremskritt har ført til utvikling av stadig mer automatiserte og autonome overvåkingssystemer, hvorav noen har blitt testet i sjøfuglkolonier. Effektiv bruk av disse teknologiene fordrer imidlertid en kritisk vurdering av deres potensial til å forbedre overvåkingen av sjøfugler (inkl. diettovervåking) på en kostnadseffektiv måte, både i hekkekoloniene og på åpent hav (f.eks. autonome overflatefarkoster).

2. *Påvirker dagens instrumenteringsteknikker sjøfuglenes adferd, tilstand eller demografiske rater?*

- *Påvirker eksternt monterte loggere sjøfuglenes adferd, fysiologi, hekkesuksess og overlevelse?*

Å vurdere og minimere mulige feilkilder som våre overvåkningsmetoder kan introdusere i dataene er essensielt både for å sikre at resultatene er relevante, men også åpenbart viktig for å ivareta god dyrevelferd. I SEAPOP er eksternt monterte GPS- og TDR-loggere den viktigste metoden for å måle sjøfuglenes atferd under næringssøk i hekketiden. Foreløpige resultater fra arbeidet i forskjellige kolonier og med ulike arter indikerer at de potensielle effektene av slike loggere sannsynligvis er små, men dette må bekreftes ved å gjennomføre riktige og robuste analyser.

3. *Hvordan kan utviklingen av statistiske modelleringsteknikker brukes til å optimalisere bruken av overvåkingsdata i årsaksstudier?*

- *Hvordan kan integrerte modelleringsmetoder ('Integrated Population Models', IPM) hjelpe til med å estimere ikke-overvåkede parametere, f.eks. rekrutteringsrater?*

Nylige utviklinger innen statistisk modellering, som *IPM modeller*, gjør det mulig å kople mange datakilder (spesielt data om bestandsstørrelse og demografiske rater) i de samme modellene og estimere parametere som tidligere var vanskelige å estimere (f.eks. ungfuglrekruttering, hekkesannsynlighet og immigrasjonsrate). Disse nye verktøyene vil ikke fylle alle hullene, men de gjør det mulig å utdype vår forståelse av sjøfuglens demografiske prosesser.